

**INFORME SOBRE LA GESTIÓN GENÉTICA Y  
DEMOGRÁFICA DEL PROGRAMA DE CRÍA PARA LA  
CONSERVACIÓN DEL LINCE IBÉRICO:  
ESCENARIOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



**Bob Lacy & Astrid Vargas**  
*Octubre, 2004*



**Conservation Breeding Specialist Group**

Species Survival Commission  
IUCN -- The World Conservation Union



*El presente informe fue preparado a partir de las discusiones llevadas a cabo en el taller sobre “Manejo Genético y Demográfico del Programa de Cría en Cautividad del Lince Ibérico” celebrado en el Parque Nacional de Doñana el 11 de mayo de 2004. En dicho taller participaron los siguientes científicos y técnicos : Bob Lacy (IUCN-CBSG), David Wildt (IUCN-CBSG), José Antonio Godoy (EBD, CSIC), Eloy Revilla (EBD, CSIC), Iñigo Sánchez (Zoo de Jerez), Juanjo Areces (DGB, MMA), Fernando Martínez (CCCLI, MMA), Luis D. Klink (CCCLI, MMA) y Astrid Vargas (CCCLI, MMA). Tras el Taller se realizaron una serie de consultas y discusiones con técnicos y gestores de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y el Grupo Especialista de Felinos de la UICN. Agradecemos la contribución de los participantes en el taller así como las ideas y recomendaciones recibidas por parte de Miguel Angel Simón (CMA, JA), Miguel Aymerich (MIMAM), Rafael Cadenas (Proyecto LIFE Lince Ibérico) y Urs Breitenmoser (UICN, Grupo Especialista de Felinos).*

# **INFORME SOBRE LA GESTIÓN GENÉTICA Y DEMOGRÁFICA DEL PROGRAMA DE CRÍA PARA LA CONSERVACIÓN DEL LINCE IBÉRICO: ESCENARIOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**Bob Lacy<sup>1</sup> & Astrid Vargas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Conservation Breeding Specialist Group, 12101 Johnny Cake Road, Apple Valley, MN, EEUU*

<sup>2</sup>*Programa de Conservación Ex-situ del Lince Ibérico, Centro de Cría en Cautividad El Acebuche, P.N. Doñana, Matalascañas, 21760, Huelva, España*

## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo de los programas de cría en cautividad cuya finalidad es la recuperación de una especie en peligro de extinción es proporcionar un número suficiente de animales sanos para ayudar a restaurar la especie en la naturaleza. Al mismo tiempo, estos programas sirven para mantener una reserva de animales como salvaguarda frente a una posible extinción, hasta que las condiciones de tamaño y viabilidad de la población silvestre hayan sido restauradas. Para contribuir a alcanzar este objetivo, además de atender todas las necesidades de espacio, nutrición, y etológicas de cada individuo, es preciso contar con un buen manejo genético y demográfico de la población cautiva. A menos que todos los aspectos que conforman un programa de cría sean dirigidos de manera correcta no se podrán alcanzar los objetivos de conservación. Si el manejo demográfico y genético no es óptimo, los programas de conservación serán más costosos, se producirán retrasos en la consecución de los objetivos, y en último caso, se podría producir la extinción de la especie en cautividad.

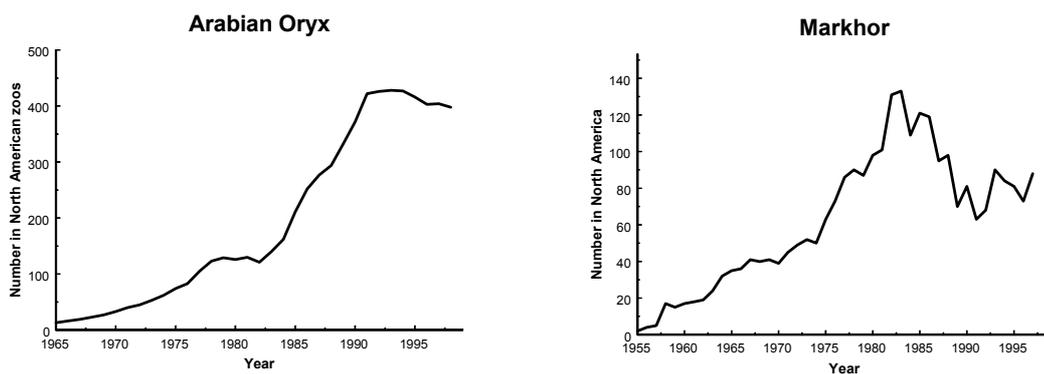
El manejo óptimo de la población se logra aumentando rápidamente su tamaño, hasta un límite que estará determinado por el número de ejemplares que se considere idóneo y por la disponibilidad de recursos. Una vez alcanzado este límite, la máxima eficacia se consigue estabilizando el tamaño de la población. Para ello es preciso acompasar la producción de ejemplares con las necesidades de los programas de reintroducción, y del propio programa de Cría, que requiere sustituir a los individuos post-reproductores. A pesar de la disponibilidad actual de programas de cálculos demográficos para estimar el número necesario de fundadores y las tasas de crecimiento de la población, muchos programas de cría, desafortunadamente, no han cumplido sus objetivos. En algunas ocasiones no han sido capaces de producir un número suficiente de animales para mantener la población cautiva (el caso del elefante en los zoológicos), y en otras, el exceso de población ha superado la disponibilidad de espacio (algunas especies de pingüinos).

La importancia de llevar a cabo un manejo genético, junto con un planteamiento demográfico adecuado, parece menos obvia que la necesidad de un buen manejo

individual de cada animal. Sin embargo, los datos sobre problemas genéticos en poblaciones silvestres (en libertad y en cautividad), así como los datos obtenidos durante siglos de cría de animales domésticos, muestran claramente que los problemas genéticos afectan la salud de algunos individuos y amenazan el futuro de algunas poblaciones (Lacy 1977)<sup>1</sup>. El caso de la pantera de Florida es un ejemplo del daño que la endogamia puede causar en una población silvestre de felinos. Los problemas generales de salud de la especie, sobre todo los reproductivos (la mayoría de los animales tenían a lo sumo un sólo testículo funcional), comenzaron a revertir con la introducción de otra subespecie de puma en el área de distribución de la pantera de Florida. Esta exitosa decisión de manejo ha sido, sin embargo, una admisión de nuestra incapacidad para proteger adecuadamente a la pantera de Florida como un taxón único.

En diversas poblaciones de fauna salvaje en cautividad, la endogamia ha incrementado los índices de mortalidad y disminuido los de fecundidad (Ralls et al. 1988<sup>2</sup>; Lacy 1993<sup>3</sup>; Lacy et al. 1993<sup>4</sup>). A consecuencia de la endogamia, incluso en el caso de mantener a los animales en un entorno protegido como es la cautividad, los animales se reproducen menos, se incrementan los costes de mantenimiento y tienen menos posibilidades de sobrevivir en caso de ser reintroducidos en un hábitat silvestre. El programa de cría del turón de patas negras (*Mustela nigripes*), por ejemplo, comenzó con un número muy reducido de fundadores, de manera que todos los nuevos ejemplares eran endogámicos. Probablemente, como consecuencia de esto, muchos turones macho tienen hoy en día unos índices de fertilidad muy bajos, lo que puede comprometer el futuro del Programa. Un experimento con ratones del género *Peromyscus* (Jiménez et al. 1994)<sup>5</sup> mostró que aquellos ratones que padecían endogamia tenían menos posibilidades de sobrevivir en un entorno natural que los ratones normales. Muchos estudios de especies domesticadas y salvajes señalan que los efectos perniciosos de la endogamia comienzan a aparecer cuando esta supera el 10% (un grado de endogamia más alto del que resulta al emparejar primos hermanos, pero menor del que resultaría de un cruce entre hermanastros).

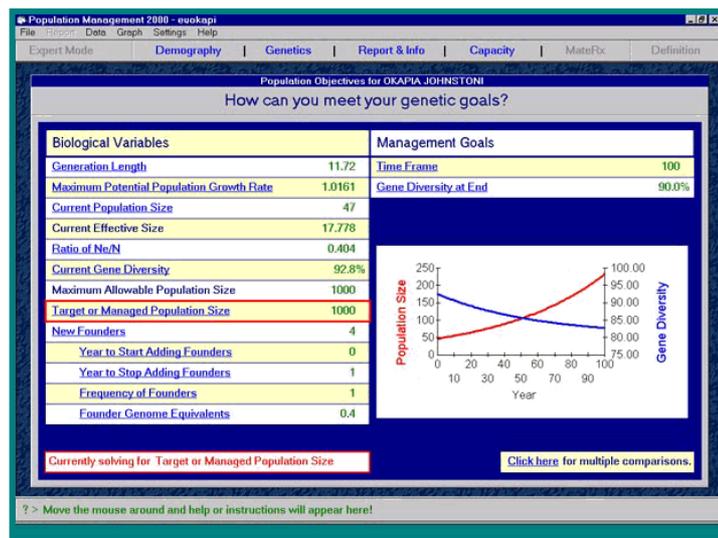
El deficiente manejo genético y demográfico de numerosas poblaciones cautivas ha amenazado su supervivencia. Los dos gráficos siguientes muestran las diferencias entre un programa de cría en cautividad bien gestionado (Oryx de Arabia) y otro con un pobre manejo demográfico (Markhor). La población cautiva de ambos ungulados comenzó con prácticamente el mismo número de fundadores, pero con el tiempo han corrido distinta suerte. En el caso del Oryx, el cuidadoso manejo, rápido incremento de la población cautiva, reducción de la endogamia y estabilización de la población, ha resultado en una exitosa reintroducción de la especie en la naturaleza. Por el contrario, el tamaño de la población de Markhor no se incrementó con la misma rapidez y los emparejamientos no fueron cuidadosamente calculados para evitar la endogamia, a resultas de lo cual la población se encuentra en declive.



## Un software específico para el manejo de Pequeñas Poblaciones

Los programas informáticos pueden servir para ayudar en el manejo de las poblaciones proporcionando información sobre anteriores tendencias, analizando la diversidad genética y las relaciones de consanguinidad entre los animales de la actual población, calculando el número requerido de emparejamientos para alcanzar los objetivos demográficos, optimizando los emparejamientos y haciendo proyecciones sobre la diversidad genética y crecimiento de la población utilizando diferentes planes de manejo. El programa más utilizado en programas de cría para la conservación es el “Manejo de Poblaciones 2.000” (PM2000; [www.isis.org](http://www.isis.org)). Este programa se utiliza como ayuda para orientar programas de cría de cientos de especies en todo el mundo.

El componente demográfico de PM2000 utiliza parámetros de reproducción y supervivencia para estimar el crecimiento de la población. El componente genético emplea el pedigrí de los animales para estimar la proporción actual de diversidad genética, el grado de endogamia acumulado y el valor genético de cada animal como fundador. A las muchas y variadas maneras de calcular la diversidad genética de una población se une, por otro lado, el empleo de tecnicismos por los genetistas y biólogos especializados en manejo de poblaciones pequeñas no son familiares para la mayoría de las personas. No obstante, casi todos los métodos son sólo distintos sistemas numéricos para representar los mismos, o muy similares, conceptos. La “Diversidad Genética”, concepto utilizado normalmente para describir la salud genética de una población, es proporcional a la “heterocigosidad”, medida por lo general mediante el análisis de DNA. El porcentaje de reducción de ambos es el “coeficiente de endogamia”. Por otra parte, la diversidad genética es proporcional a la “variación genética” que presentan las características de un animal, y estos rasgos, a su vez, son proporcionales a la velocidad a la que un animal se adapta a un nuevo entorno en respuesta a procesos de selección natural. Otra medida de la diversidad genética son los “*founder genome equivalents*” (FGE o Equivalentes del Genoma de los Fundadores), número de animales de la población silvestre original que tienen la misma cantidad de diversidad genética que sus descendientes en cautividad. Por ejemplo, empezando con 10 fundadores, con el tiempo la población puede perder diversidad, de manera que después de unas pocas generaciones, dicha población puede tener la diversidad genética que correspondería a cuatro fundadores, de tal manera que habrá disminuido los “*founder genome equivalents*” de diez a cuatro.



Las equivalencias de todas estas medidas de diversidad genética se muestran más abajo. Con independencia del método utilizado, lo más importante es tener presente el nivel al que empiezan a mostrarse los efectos genéticos perjudiciales. Generalmente, las poblaciones de mamíferos comienzan a mostrar bajos índices de reproducción y supervivencia (especialmente en condiciones estresantes, como en la naturaleza) cuando la diversidad genética cae por debajo del 85-90% del nivel de la población original, lo que equivale a un 15-10% de endogamia, o 3.3-5 “*founder genome equivalents*”.

### ***Representación de las equivalencias relativas a la diversidad genética.***

*(Todas las equivalencias asumen como base que la diversidad genética de una población silvestre sana y numerosa, de la cual desciende la población cautiva objeto de manejo, es de un 100%.)*

Diversidad Genética	Heterocigosidad	Endogamia ( <i>equivalent matings</i> )	<i>Founder Genome Equivalents (FGE)</i>
100%	100%	0	infinito
95%	95%	5%	10
93.75%	93.75%	6.25% (primos hermanos)	8
90%	90%	10%	5
87.5%	87.5%	12.5% (hermanastros)	4
85%	85%	15%	3.33
80%	80%	20%	2.5
75%	75%	25% (hermanos)	2

El PM2000 incorpora una función para calcular el número de animales y la diversidad genética, basada en el número de fundadores, la tasa de crecimiento de la población, el número máximo de animales que se pueden mantener con los recursos disponibles, la eficacia genética del plan de cría y el número de ejemplares nuevos que se pueden incorporar a lo largo del tiempo a la población cautiva. Estos cálculos ayudan a establecer los objetivos demográficos y genéticos y aseguran que el plan pueda cumplir los objetivos de conservación.

Estas estimaciones nos permitirán evaluar los compromisos necesarios para desarrollar los programas de cría en cautividad. Por ejemplo, si una población comienza con un gran número de fundadores, es decir, con una gran diversidad genética, podría permitirse un crecimiento lento sin llegar por ello a ser endogámica. Por el contrario, si los fundadores son pocos, el crecimiento ha de ser rápido para evitar el aumento de la endogamia. Los programas a largo plazo requieren más individuos (fundadores o incorporados con posterioridad) que los de corto plazo, ya que con cada generación en cautividad se pierde diversidad genética. Además, cuando todos los individuos adultos se reproducen con normalidad, hacen falta menos ejemplares fundadores. Si algunos ejemplares no se reproducen, lo que suele ser normal en este tipo de programas, entonces hace falta una población cautiva más grande. Una manera de medir la eficacia genética de una población es la de calcular su “tamaño efectivo”, es decir, el número de individuos que se reproducen con éxito. Por ejemplo, en una población de cincuenta individuos puede ocurrir que veinte sean demasiado jóvenes para reproducirse, otros

cinco pueden ser muy mayores, cinco más quizás no se reproduzcan por motivos psicológicos y, finalmente, otros cinco se reproducen pero no consiguen sacar adelante la descendencia, de lo que se deduce que el tamaño efectivo de esta población es de tan sólo quince individuos. Este tamaño se verá aún más reducido si la contribución de descendientes de cada individuo no es homogénea. Lo normal para los programas de cría bien gestionados es mantener un porcentaje de “población efectiva” que oscila entre un 20 y 40 por ciento del total de la población. Esta “población efectiva” es la que determinará la rapidez del descenso de diversidad genética puesto que el resto de los animales no aporta sus genes a las próximas generaciones.

A pesar de que la estimación del tamaño exacto de la población cautiva depende de factores complejos y muy variados, como algunos de los expuestos con anterioridad, los cálculos muestran que para una población típica de mamíferos de tamaño mediano o grande, un programa a largo plazo (100 años), que pretenda asegurar un buen grado de diversidad genética (90%), requiere, por lo general, una población de entre 250 y 500 animales, en caso de que no se prevea la incorporación de nuevos fundadores al programa. Por este motivo, muchos programas de cría de especies amenazadas (p.ej. oryx de Arabia) mantienen un gran número de animales, lo que requiere una gran cooperación entre todas las instituciones implicadas, e incluso entre países, a fin de proporcionar las instalaciones y los recursos necesarios.

Los cálculos y gráficos más abajo muestran los resultados obtenidos con el programa PM2000 aplicando diferentes escenarios de manejo al Programa de Cría en Cautividad del Lince Ibérico.



## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES ASOCIADAS**

### ***Supuestos y variables demográficas y poblacionales***

Para elaborar las predicciones contenidas en este informe partimos de los siguientes supuestos:

1. La población cautiva de lince ibérico ha de tener la suficiente variabilidad genética para evitar cualquier problema severo de endogamia que pudiera hacer que los ejemplares producidos en cautividad fueran inadecuados para su reintroducción en la naturaleza.
2. Se plantea un programa de cría en cautividad a corto plazo (hasta 25 años) encaminado a proporcionar ejemplares de lince para su reintroducción en la naturaleza
3. Se asume que las tasas de supervivencia de cachorros y adultos en cautividad sean iguales o superiores a las tasas de supervivencia de los lince en la naturaleza.
4. Se asume que la proporción de hembras que producen camadas cada año sea igual o superior a la proporción de hembras que crían en la naturaleza anualmente.
5. El manejo de la población cautiva se orientará para conseguir el máximo crecimiento posible durante los primeros años.

En el programa PM 2000, es necesario indicar una serie de variables poblacionales y demográficas específicas para lince ibérico. Dichos datos han sido obtenidos a partir de información facilitada por el Grupo de Carnívoros de la Estación Biológica de Doñana (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), que ha empleado los mismos parámetros en el proyecto “Efecto de la Extracción de Lince Ibéricos en las Poblaciones Donantes de Doñana y Sierra de Andújar para Posibles Campañas de Reintroducción” (Palomares y col., 2002).

### ***Variables demográficas***

Tasa anual de crecimiento = 21.5%

T = tiempo medio entre generaciones (edad media ponderada de las hembras que producen cachorros dentro de la población cautiva) = 5,25

N = tamaño poblacional

Tamaño poblacional inicial: 6

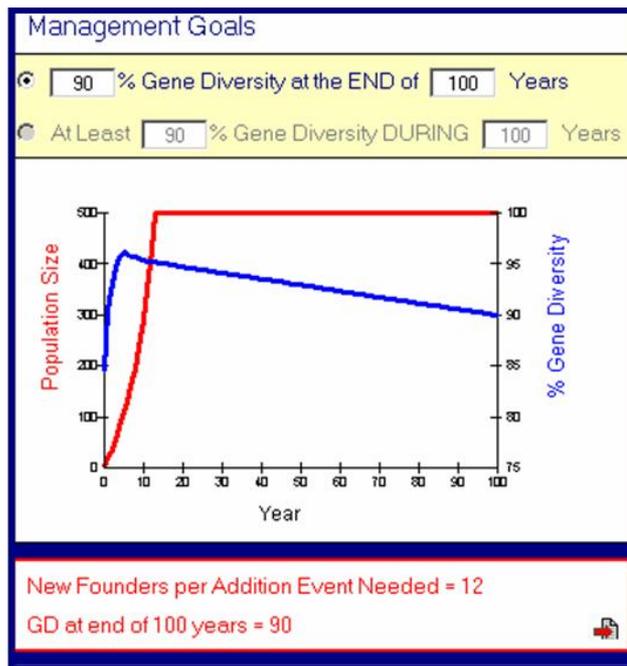
Tasa  $N_e/N = 0.3$  (tasa entre el tamaño genético efectivo y el tamaño demográfico)

Diversidad genética inicial: 0,9 (90% de la existente en la naturaleza)

Todas las gráficas que se presentan a continuación han sido producidas por el programa PM2000. En el eje de ordenadas (Y) se representan el tamaño poblacional de la

población cautiva (en rojo) y diversidad genética (en azul), mientras que en el eje de abscisas (X) se representan los años de duración programa.

**Escenario 1. Mantenimiento del 90% de la diversidad genética existente actualmente en la naturaleza durante un periodo de 100 años (recomendación clásica para programas de cría en cautividad de especies amenazadas)**



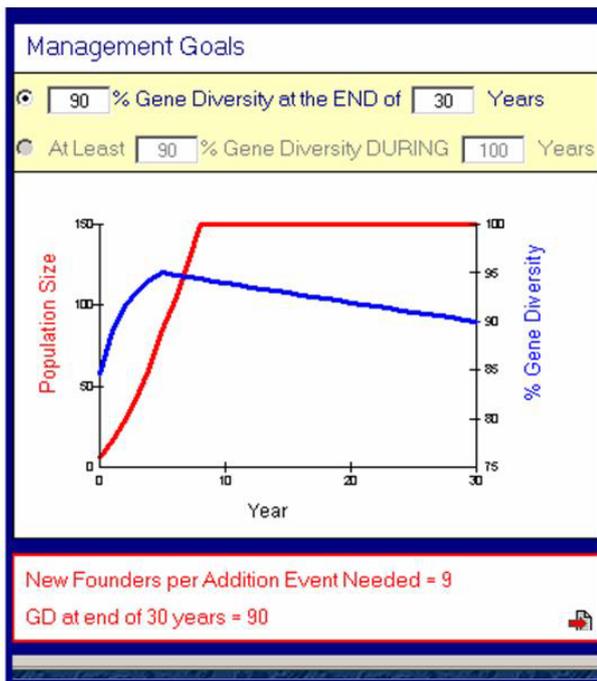
Según los parámetros demográficos y poblacionales establecidos para lince ibérico y partiendo de los seis fundadores presentes actualmente en el programa de cría, para lograr el objetivo del “escenario 1” haría falta añadir otros 12 fundadores por año durante 5 años (total = 66 fundadores). Asimismo, sería necesario mantener 500 ejemplares en cautividad, meta que se debería alcanzar en aproximadamente 10 años. De este modo, la diversidad genética disminuiría gradualmente sin bajar del 90% en los 100 años que duraría el programa. Se considera que este escenario no es practicable, puesto que la

extracción de tantos ejemplares del campo no se considera factible y el mantenimiento de tantos ejemplares en cautividad sería excesivamente complejo y costoso.

Puesto que esta meta, óptima desde el punto de vista de manejo genético, no es factible para esta especie en su situación actual, se evalúa un siguiente escenario que apunta hacia un programa a más corto plazo (30 años) pero que intente mantener el 90% de los genes existentes en la naturaleza.

**Escenario 2. Mantenimiento del 90% de la diversidad genética existente actualmente en la naturaleza durante un periodo de 30 años.**

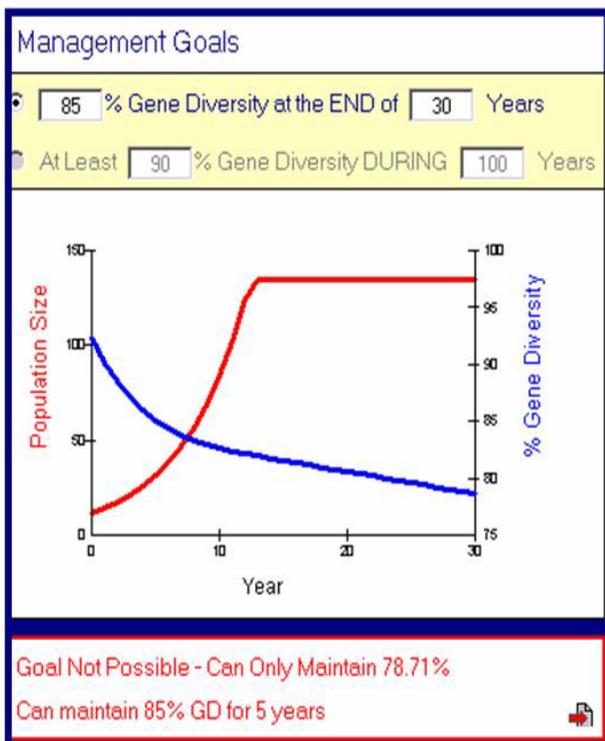
Según indica el programa PM2000, para conseguir esta meta de mantenimiento de la diversidad genética haría falta agregar 9 nuevos fundadores por año durante 5 años a los 6 fundadores ya existentes en el año 2004 (total = 51 fundadores). Como se puede observar siguiendo la línea azul, la diversidad genética aumentaría conforme se fueran añadiendo fundadores y comenzaría a disminuir tras diversas generaciones en cautividad hasta llegar al 90% al cabo de 30 años. En este caso haría falta mantener unos 150 lince en cautividad. Se considera que este escenario tampoco es practicable puesto que la extracción de 9 ejemplares por año durante cinco años podría tener efectos poco deseables en las poblaciones silvestres (Palomares y col., 2002).



Los tres escenarios siguientes apuntan a un mantenimiento de un 85% la diversidad genética durante un periodo de 30 años, variando principalmente el número de fundadores. Aunque esta disminución del 5% no parezca muy importante, desde un punto de vista genético es una disminución significativa que implica la representación de 3.3 FGE (Equivalentes del Genoma de los Fundadores); o lo que es lo mismo que decir que los ejemplares mantenidos en cautividad mantuviesen un parentesco medio similar al que si fuesen hermanastros. El 85% de la diversidad genética es la mínima representación aceptable en un

programa de cría para la conservación como el que se plantea con el lince ibérico.

**Escenario 3. Mantenimiento del 85% de la diversidad genética existente en la actualidad durante un periodo de 30 años partiendo únicamente de los 12 fundadores propuestos originalmente en el Plan de Acción para la Cría en Cautividad del Lince Ibérico.**



La utilización de doce ejemplares fundadores para el programa de cría es la moción propuesta en el Plan de Acción para la Cría en Cautividad del Lince Ibérico de febrero de 2001. El modelo indica que con este número de fundadores, sólo podríamos mantener el 85% de la Diversidad Genética durante 5 años. A partir del quinto año, la DG continuaría disminuyendo, quedando aproximadamente por debajo del 80% tras unos 20 años de programa. Esta escasa diversidad es inaceptable desde un punto de vista genético ya que supone el mantenimiento de una población cautiva con un grado de parentesco igual al que existe entre hermanos carnales. Consecuentemente, este tipo de programa de cría

favorecería la endogamia y por tanto la producción de ejemplares no aptos ni para la cría en cautividad ni para la reintroducción en el medio natural.

Por estas razones, para mantener un programa sostenible desde el punto de vista genético, sería necesario aumentar de modo cuidadoso y razonable el número de fundadores del programa de cría. Esto es una labor compleja que debería llevarse a cabo minimizando el impacto potencial que pudiera tener la extracción de individuos de la población silvestre. Las recomendaciones expuestas en el estudio **“Efecto de la Extracción de Lince Ibérico en las Poblaciones Donantes de Doñana y Sierra de Andújar para Posibles Campañas de Reintroducción” (Palomares y col., 2002)**, los análisis de impacto empleados han seguido una *estrategia conservadora*, considerando los parámetros más cautelosos para evitar hacer recomendaciones que pudieran tener un impacto superior al considerado. El

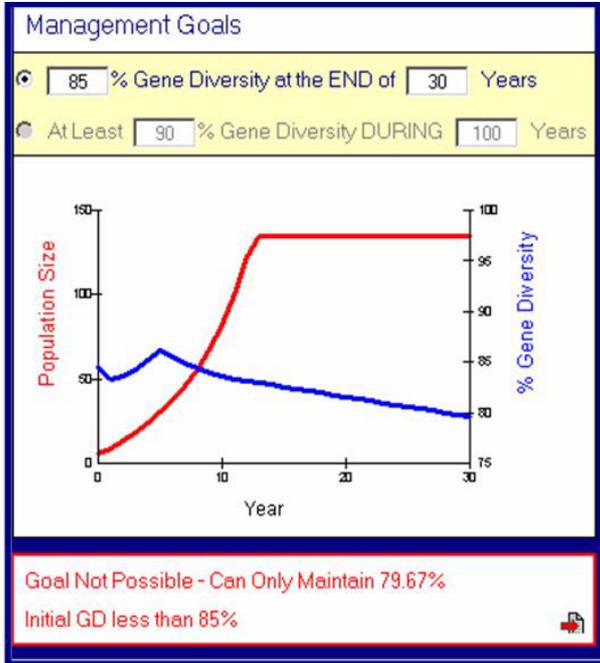
criterio considerado como asumible se basa en un incremento en la probabilidad de extinción de no más de 0,10. Según dicho criterio y para la parametrización considerada como más conservadora, de la población de Sierra Morena se podrían extraer como máximo: *“(1) Dos cachorros de camadas numerosas por año durante cinco años (10 individuos); o bien, (2) Dos jóvenes de 8-10 meses por año durante cinco años (10 individuos); o bien (3) Dos cachorros de camadas numerosas y dos jóvenes de 8-10 meses por año durante 5 años (20 individuos). Debido a su menor impacto, la primera estrategia es preferible a la segunda y la segunda frente a la tercera.”* Bajo las condiciones exploradas, considerando el criterio asumible y el modelo más conservador de la



población de Doñana, de esta población se podrían extraer como máximo: *“(1) Cuatro cachorros de camadas numerosas por año durante cinco años (20 individuos); o bien, (2) Dos jóvenes de 8-10 meses por año durante cinco años (10 individuos); o bien (3) Dos cachorros de camadas numerosas y dos jóvenes de 8-10 meses por año durante 5 años (20 individuos). Debido a su menor impacto, la primera estrategia es preferible a la segunda y la segunda frente a la tercera.”* (Palomares y col., 2002).

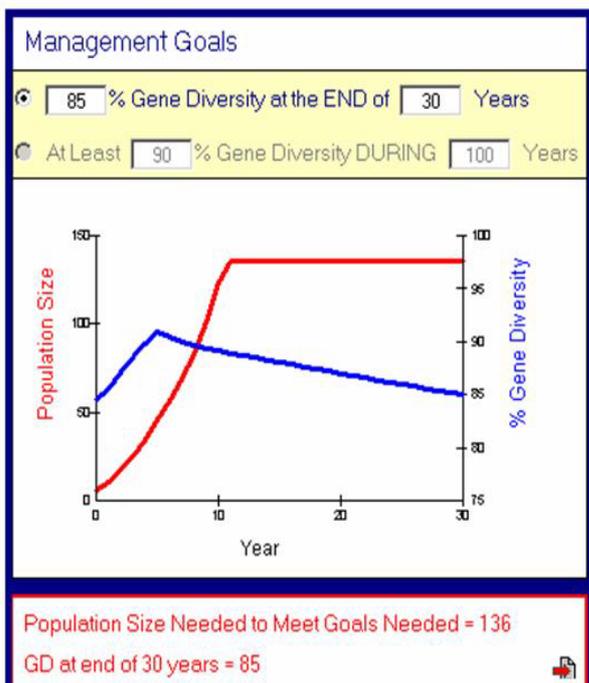
Teniendo en cuenta estos criterios de extracción se han evaluado los tres escenarios que se presentan a continuación:

**Escenario 4. Mantenimiento del 85% de la diversidad genética existente en la actualidad durante un periodo de 30 años partiendo de los 6 ejemplares existentes actualmente en el programa de cría e incorporando dos cachorros por año durante los próximos 5 años.**



Añadiendo dos nuevos fundadores por año durante cinco años seguidos (10 individuos) aumentaríamos la diversidad genética de la población cautiva hasta un 85%, y tras la incorporación de los últimos fundadores, la diversidad genética comenzaría a bajar gradualmente hasta un 80%, encontrándonos de nuevo ante una situación en la que todos los ejemplares del programa tendrían un grado de parentesco similar al de hermanos carnales, lo cual es inaceptable desde un punto de vista genético.

**Escenario 5. Mantenimiento del 85% de la diversidad genética existente en la actualidad durante un periodo de 30 años partiendo de los 6 ejemplares existentes actualmente en el programa de cría e incorporando cuatro cachorros por año durante los próximos 5 años.**

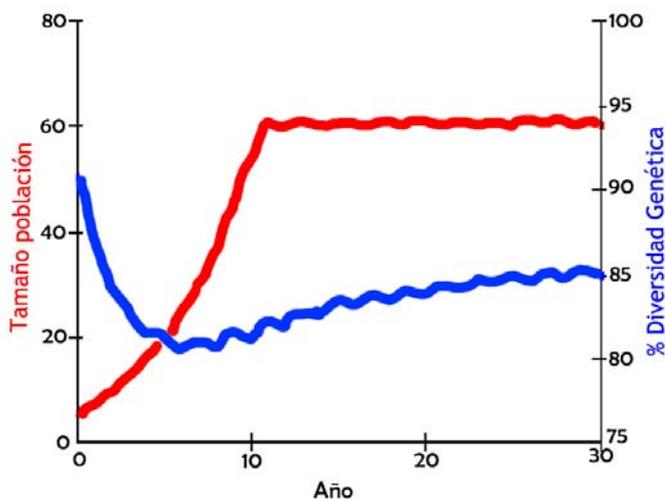


Ante este escenario, sería posible mantener el mínimo aceptable desde un punto de vista genético, es decir no bajar del 85% de la variabilidad genética durante 30 años. Asimismo, y según el estudio de impacto de extracciones de Palomares y col., la extracción de 4 cachorros por año (dos de Doñana y dos de Sierra Morena) durante 5 años sería factible bajo el criterio definido como asumible y para la parametrización considerada como más conservadora. Este escenario sería factible desde un punto de vista genético, pero involucraría el mantenimiento de 136 reproductores en el programa de cría, lo cual se considera

poco práctico desde un punto de vista de gestión.

**Escenario 6. Mantenimiento del 85% de la diversidad genética existente en la actualidad durante un periodo de 30 años partiendo de los 6 ejemplares existentes actualmente en el programa de cría, incorporando cuatro cachorros por año durante los próximos 5 años e ingresando, cada dos años, alguno de los ejemplares recuperables que se esté manteniendo temporalmente en el Centro de Recuperación de Los Villares de Córdoba (o en cualquier otro Centro de Recuperación)**

Al igual que el en el caso anterior, este escenario implicaría la captura de cuatro cachorros por año durante 5 años consecutivos. Para disminuir el número de ejemplares reproductores a mantener en el programa de cría y favorecer de ese modo la gestión general del programa, se debería incorporar un nuevo fundador cada dos años a lo largo de la vida del programa. Según datos de los últimos años, cada año hay entre uno y dos lince que pasan por el Centro de Recuperación de Los Villares de Córdoba y que, tras su recuperación son liberados en el área donde fueron encontrados, se propone que, cada dos años se incorpore uno de estos ejemplares al programa de cría en cautividad.



La incorporación de estos ejemplares aseguraría que el mantenimiento del 85% de la diversidad genética existente actualmente en la naturaleza, manteniendo un total de 60 reproductores durante dicho periodo. De todos los escenarios evaluados, este es el compromiso más realista entre los requerimientos genéticos y los requerimientos de gestión in-situ y ex-situ del programa de conservación del lince ibérico.

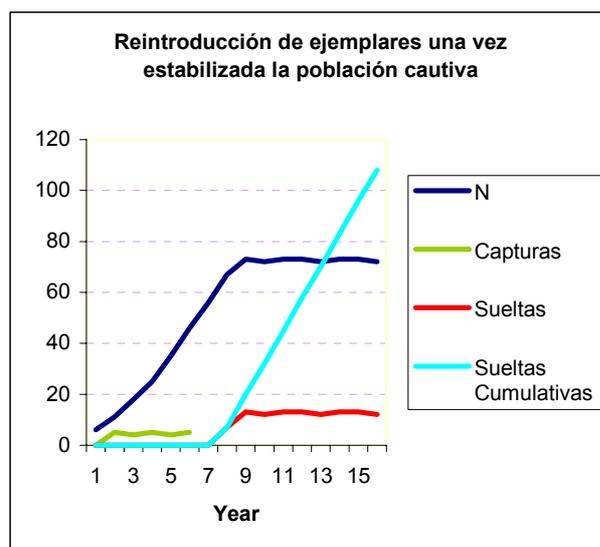
***Disponibilidad de ejemplares para programas de reintroducción una vez se ha estabilizado el núcleo reproductor de la población cautiva***

Según datos del “Escenario 6”, la producción en cautividad tendría que crecer a un ritmo rápido durante los 10 primeros años, hasta alcanzar la meta de obtener un núcleo reproductor de unos 60 ejemplares. La reintroducción podría comenzar a partir del quinto año desde el inicio del programa de cría en cautividad, y a partir del octavo año, se podrían proporcionar entre 12 y 13 cachorros anuales para programas de reintroducción o de reforzamiento poblacional.

Tabla 1. Proyecciones de crecimiento de la población cautiva (columna azul marino), necesidades de incorporación de fundadores (columna verde) y proyecciones de

disponibilidad de ejemplares de lince nacidos en cautividad para su reintroducción en el campo (columna roja).

Año	N	Captura de ejemplares fundadores	Liberación de ejemplares	Sueltas acumulativas
2004	6	0	0	0
2005	11	4 + 1	0	0
2006	18	4	0	0
2007	25	4 + 1	0	0
2008	35	4	0	0
2009	46	4 + 1	0	0
2010	56		5	5
2011	67	1	5	10
2012	73		8	18
2013	72	1	13	31
2014	73		12	43
2015	73	1	13	56
2016	72		12	68
2017	73	1	13	81
2018	73		12	93
2019	72	1	13	106



Como regla general, cuanto antes comience el programa de reintroducción menor será el número total de ejemplares que podamos reintroducir anualmente. Por el contrario, cuanto más pospongamos las reintroducciones, mayor será el número de individuos que podamos reintroducir cada año a lo largo del tiempo. La tabla adjunta es una de las diversas posibilidades de coordinar las necesidades de gestión genética y demográfica del programa de cría en cautividad con las necesidades de gestión in-situ de la especie. En ella se recomienda comenzar con reintroducciones tempranas pero liberando un pequeño número inicial de animales para poder efectuar un seguimiento fino que nos permita desarrollar unas buenas técnicas de reintroducción. Bajo este escenario, el programa de cría podría producir entre 12-13 ejemplares anuales para su reintroducción tras haber transcurrido 10 años desde el inicio del programa de cría en cautividad. Estas proyecciones son una aproximación cuya finalidad es servir de orientación para planificar las tareas de preparación de hábitat para la reintroducción (conservación in-situ) y las necesidades de espacio en cautividad para acomodar el crecimiento estimado del programa de conservación ex-situ del lince ibérico. Se recomienda que estas proyecciones sean revisadas con regularidad para ir ajustándolas según los resultados que se vayan obteniendo del programa de cría en cautividad y las necesidades de gestión in-situ.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- <sup>1</sup> Lacy, R.C. 1997. Importance of genetic variation to the viability of mammalian populations. *J. Mammalogy* 78:320-335.
- <sup>2</sup> Ralls, K., J.D. Ballou, and A. Templeton. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology* 2:185-93.
- <sup>3</sup> Lacy, R.C. 1993. Impacts of inbreeding in natural and captive populations of vertebrates: Implications for conservation. *Perspectives in Biology and Medicine* 36:480-496.
- <sup>4</sup> Lacy, R.C., A.M. Petric, and M. Warneke. 1993. Inbreeding and outbreeding depression in captive populations of wild species. In: Thornhill, N.W. (ed.). *The natural history of inbreeding and outbreeding*. Univ. of Chicago Press, Chicago, Illinois. Pp. 352-374.
- <sup>5</sup> Jiménez, J.A., K.A. Hughes, G. Alaks, L. Graham, and R.C. Lacy. 1994. An experimental study of inbreeding depression in a natural habitat. *Science* 266:271-273.
- <sup>6</sup> Palomares, F., E. Revilla, P. Gaona, N. Fernández, C. Giordano y M. Delibes. 2002. Efecto de la Extracción de Lince Ibéricos en las Poblaciones Donantes de Doñana y Sierra de Andújar para Posibles Campañas de Reintroducción”. Informe sin publicar preparado para la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Noviembre, 2002.